

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 18220051301694

UDC_____

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

射频识别阅读系统的技术研究

Research on Technology of Radio Frequency
Identification Reader System

谢雪望

指导教师姓名: 冯勇建 教授

专 业 名 称: 机械制造及其自动化

论文提交日期: 2008 年 5 月

论文答辩时间: 2008 年 5 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2008 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式表明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。

2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期： 年 月 日

导师签名：

日期： 年 月 日

摘 要

射频识别 (Radio Frequency Identification, 简称 RFID) 技术已经得到了广泛应用, 但基于对提高射频识别系统的无源标签能量和数据传输品质的研究, 仍具有重要意义。为此, 本文对天线的感应场区中电磁能量传送的耦合研究, 给出了空间高频交变磁场实现能量耦合的基本条件。采用 Mifare1 S50 射频卡、MF RC500 射频模块芯片及与 MF RC500 匹配的天线, 完成了射频识别系统的设计。本论文主要开展了以下研究工作:

1. 通过对天线周围感应场、辐射近场和辐射远场的分析, 结合 ANSOFT HFSS 高频磁场仿真软件, 对天线感应场区中电磁场能量的分布进行仿真研究, 给出射频天线间高频交变磁场能量耦合时磁场强度大小及分布。
2. 基于 MF RC500 射频模块芯片的功能, 设计制作了射频卡的阅读器。应用 C 语言开发了 AT89S52 单片机对 MF RC500 射频模块的控制程序, 结合 Protel 99SE 设计软件完成了 AT89S52 和 MF RC500 的接口电路版图设计; 采用 RS232 的串口通信模块实现了 PC 机与单片机之间的双向通信; 用与 MF RC500 直接匹配的天线设计方式, 完成了发射接收的天线及其匹配电路的设计。
3. 应用副载波的负载调制方法实现射频卡到阅读器调制信号的频谱转移, 解决射频卡和阅读器之间的数据半双工传输中的信号串扰。
4. 应用 Visual C++ 的串行通信编程控件 MScComm 开发了射频识别系统上位机测试软件, 进行射频识别系统的功能测试, 实验证明所设计的阅读器能有效地识别 MF1 S50 射频卡, 阅读器天线与射频卡的磁场耦合距离可达 6cm。

论文设计的射频卡阅读系统工作稳定, 具有处理速度快、可靠性高等特点, 满足实际应用需要。超高频、远距、无线高效能量耦合技术的研究, 仍影响着远距离自动识别技术的发展。

关键词: 射频识别; 阅读器; 射频卡

厦门大学博硕士论文摘要库

ABSTRACT

Radio Frequency Identification technology has already found widely applications now, however, the research of the source of passive tag and transmission in RFID system has great significance. By research of electromagnetic coupling in inductive field of antenna, the paper gives the basic condition of coupled energy between high frequency magnetic in space. It uses Mifare1 S50 card, MF RC500 radio frequency module chip and the antenna matched with MF RC500 to design RFID system. This thesis has carried out the following studies:

1. By analysis of inductive field, near-field radiation field, far-field radiation field around antenna, it uses ANSOFT HFSS software to make simulate the electromagnetic energy distributing in inductive field of antenna, and gives the intensity and distributing of magnetic field when the energy is coupled between the antennas.
2. Basing on the function of MF RC500 chip, the paper designs the RF card's reader. It utilizes the Visual C++ software to exploit the control program which is used to control MF RC500 chip by AT89S52, and uses the Protel 99SE to design the interface circuit between AT89S52 and MF RC500; it uses RS232 serial communication module to complete the communication between the PC and AT89S52; it adopt the direct matching mode with MF RC500 to design the antenna and the circuit to match antenna.
3. By applying the vice-carrier load modulation to get the frequency of signal which is from RF card to reader changed, it solves the signal interference when the card communicates with reader.
4. It uses Visual C++ serial communication program MSComm to design the test programme in PC, which is used to test the function of RFID system. The test has proved that the designed reader can read the RF card effectively. The electromagnetic coupling distance is about 6cm.

The designed RFID system in the paper works steady, deals with data fast, and

is high reliability. It meets the need for practical applications. In the future, for the development of the long range RFID technology, the research of UHF, long range identification and wireless coupled energy is significant.

Key words: radio frequency identification; reader; RF card

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 课题研究背景和意义	1
1.2 RFID 技术在国内外的的发展现状	2
1.3 本论文研究的内容	4
第二章 射频识别系统工作原理的研究	5
2.1 射频识别技术的原理	5
2.1.1 射频识别系统的组成.....	5
2.1.2 射频识别系统工作原理.....	6
2.2 射频识别系统的电磁场理论	8
2.2.1 天线场的概念.....	8
2.2.2 射频识别系统的电感耦合理论.....	10
2.3 本章小结	16
第三章 Mifare 非接触式 IC 卡的研究	17
3.1 射频卡的标准	17
3.1.1 ISO14443 物理特性	18
3.1.2 ISO14443 射频能量和信号接口	18
3.1.3 ISO14443 初始化和防冲突	23
3.2 Mifare 非接触 IC 卡	24
3.2.1 非接触式 IC 智能卡的基本概念.....	24
3.2.2 Mifare 非接触式 IC 射频卡.....	24
3.3 本章小结	32
第四章 射频识别系统阅读器的设计	33
4.1 整体设计	33
4.2 阅读器的硬件电路设计	33
4.2.1 MCU 控制模块	34
4.2.2 MF RC500 射频模块	36
4.2.3 AT89S52 与 MF RC500 的连接	40
4.2.4 串行通信模块.....	41
4.2.5 声音提示模块.....	42
4.2.6 MF RC500 匹配电路和天线的设计.....	43
4.3 阅读器的软件设计	51

4.3.1	RC500 的基本操作	51
4.3.2	系统的主程序设计	53
4.3.3	声音提示程序	59
4.4	本章小结	59
第五章	仿真与测试	61
5.1	MF RC500 匹配的天线的仿真与测试	61
5.1.1	天线的磁场仿真	61
5.1.2	天线的测试	65
5.2	阅读器的测试	68
5.2.1	串行通信程序的开发	68
5.2.2	PC 机工作界面及运行演示	69
第六章	课题总结与展望	73
附录	阅读器的电路原理图	75
参考文献	77
硕士研究生期间发表的论文	81
致 谢	83

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 The Research Background and Significance	1
1.2 The Development Status of RFID Technology	2
1.3 The Reseach Content of the Subject.....	4
Chapter 2 Research on Principle of RFID System	5
2.1 Principle of RFID Technology.....	5
2.1.1 Constitutes of RFID System	5
2.1.2 Principle of RFID System.....	6
2.2 Electromagnetic Field Theory of RFID System	8
2.2.1 The Concept of Antenna Field	8
2.2.2 Inductive Coupling Theory of RFID System.....	10
2.3 Chapter Summary.....	16
Chapter 3 Research on Mifare Contactless IC Card	17
3.1 Standards of Radio Frequency Card.....	17
3.1.1 Physical Characteristics of ISO14443	18
3.1.2 Radio Frequency Power and Signal Interface of ISO14443	18
3.1.3 Initialization and Anticollision of ISO14443.....	23
3.2 Mifare Contactless IC Card	24
3.2.1 Basic Concept of Contactless IC Card	24
3.2.2 Mifare Contactless IC Card	24
3.3 Chapter Summary	32
Chapter 4 Reader Design of RFID System.....	33
4.1 The Whole Design	33
4.2 The Circuit Design of Hardware of Reader.....	33
4.2.1 MCU Control Module.....	34
4.2.2 MF RC500 Radio Frequency Module.....	36
4.2.3 The Connection Between AT89S52 and MF RC500	40
4.2.4 Serial Communication Module	41
4.2.5 Vocal announcement Module.....	42
4.2.6 MF RC500 Matching Circuit and Antenna Design.....	43
4.3 The Design of Software of Reader	51

4.3.1	The Basic operation of RC500.....	51
4.3.2	Main Program Design of the System.....	53
4.3.3	Vocal announcement Program	59
4.4	Chapter Summary	59
Chapter 5	Simulation and Test	61
5.1	The Simulation and Test of Antenna Matched with MF RC500.....	61
5.1.1	Antenna Magnetic Field Simulation	61
5.1.2	Antenna test	65
5.2	The Test of Transponder.....	68
5.2.1	Development of Serial Communication Program.....	68
5.2.2	PC Interface and Demo	69
Chapter 6	The Conclusion and Next Work	73
Appendix	Circuit Diagram of Reader.....	75
References		77
Publications		81
Acknowledgements		83

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 绪论

1.1 课题研究背景和意义

射频识别(RFID Radio Frequency Identification,简称 RFID)技术是 20 世纪 90 年代开始兴起的一种非接触的自动识别技术,它利用无线射频方式进行非接触式的通信,实现静止或移动物体的自动识别^[1]。其基本原理是通过阅读器和安装在物体上的应答器(电子标签)之间的电磁耦合或电感耦合来进行数据通信,并且通过后台的计算机和计算机网络,还可以进一步实现对识别信息的处理及远程传送等管理功能。

应答器也称非接触式 IC 卡或射频卡,是世界上最近几年发展起来的一项新技术,在卡片靠近读写器表面时即可完成对卡中数据读书操作,它成功地将射频识别技术和 IC 卡技术结合起来,解决了无源(卡中无电源)和免接触这一难题,是电子器件领域的一大突破。卡中存储器可分多个分区,支持不同应用,达到一卡多用,而且具有可靠性高、保密性强、方便快捷等特点。

RFID 具有准确率高、读取距离远、存储数据量大、耐用性强等特点,广泛应用于产品生产、物流、销售、身份识别、防伪应用和一卡通等领域中。

RFID 技术起源于第二次世界大战时期的飞机雷达探测技术。雷达应用电磁能量在空间的传播实现对物体的识别。1948 年 Harry Stockman 发表的论文《利用反射功率的通讯》奠定了射频识别的理论基础。Harry Stockman 当时预言,在能量反射通信中还有许多问题需要解决,在开辟 RFID 的实际应用领域之前,还要做相当多的研究和开发工作。20 世纪 50 年代是 RFID 技术研究和应用的探索阶段,远距离信号转发器的发明扩大了敌我识别系统的识别范围。直到 20 世纪 70 年代,RFID 技术终于走出实验室进入应用阶段,各种射频识别技术测试方法得到加速发展,出现了一些最早的射频识别应用。20 世纪 80 年代以来,集成电路、微处理器等技术的发展加速了 RFID 的发展,射频识别技术及产品进入商业应用阶段。

在过去的 10 多年里,RFID 技术发展非常迅速,并且随着技术的不断成熟,RFID 产品的种类也越来越丰富,应用越来越广泛,RFID 已经逐步发展成为一个

崭新的技术应用领域。以美国、日本和欧洲为首的发达国家对 RFID 技术的研究应用已达到相当高的水平，而我国则处于起步阶段，大多采用引进国外的技术成果^[2-3]。所以，研究 RFID 技术已成为我国当今社会信息化发展之必需。

随着 21 世纪数字化信息时代的到来，远程信息化网络管理技术快速发展，移动商务的社会需求不断增大，可以预见，RFID 技术将在更多领域发挥巨大的作用，RFID 技术的应用正在日益成为一个新的经济增长点，研究和开发 RFID 技术有着巨大的经济效益和社会意义。

1.2 RFID 技术在国内外的发展现状

RFID 技术是从上世纪 80 年代走向成熟的一项自动识别技术，近年来发展十分迅速。从 2001 年至今，RFID 的标准化问题日趋为人们所重视。RFID 产品种类主动式射频识别系统应用设计丰富，有源标签、无源标签、半无源标签及可读写标签均得到了长足发展，应用行业领域不断扩大，RFID 的理论得到了丰富和完善。

由于 RFID 具有非接触识别、不局限于视线、环境适应性强、识别距离比光学距离远等诸多优点，RFID 技术在国外已经被广泛应用于诸如工业自动化、商业自动化、交通运输控制管理、供应链管理、物流跟踪等众多领域。例如，澳大利亚将 RFID 产品应用于澳洲机场旅客行李管理系统，发挥了出色的作用；德国汉莎航空公司将 RFID 技术引入机票销售系统，改变了传统的机票购销方式，简化了机场入关手续；Motorola 公司在超净车间里利用 RFID 系统来控制流水线上的零件流向；美军在第二次伊拉克战争中应用主动式 RFID 系统管理军物流，大大提高了后勤保障效率，实现了运输物资的途中可视性；TI、Intel 等美国集成电路厂商目前都在 RFID 领域投入巨资进行芯片开发。2001 年 6 月，日本东芝公司宣布已经制造出世界上最小的 RFID 芯片，使得电子标签可以嵌入纸内。同年 12 月，电子工程时代(EETIMES)宣布到 2005 年欧洲银行将在银行票据上安装 RFID 芯片。2002 年 3 月 Micromem 技术公司和国际纸业(International Paper)公司共同开发“纸质”芯片的封装技术。全世界最大的零售商沃尔玛公司要求它的前一百家大供货商在 2005 年之前为 RFID 的应用做好准备。

在国内，RFID 仍然是一个崭新的技术领域，其开发研究尚处于起步阶段。

为了加速推动国民经济信息化进程，我国政府于 1993 年颁布实施“金卡工程”计划，在此工程的推动下，各种自动识别技术的发展和应⽤⼗分迅猛：

新军官证、学⽣证都采⽤了射频卡技术。目前，清华同⽅已拥有 THR9904 和 THRIOXX 两大⾮接触式 IC 卡系列产品，其中 THR9904 已⼤规模应⽤于我国第⼆代居民⾝份证项⽬，该⽬的是我国应⽤射频卡最⼤的项⽬。清华同⽅开发出的 THRIOXX 系列是一套完整的射频模块解决方案，已在公交、⾝份识别等多个领域得到了⼴泛的使⽤。

复旦微电子股份有限公司设计的 FM17XX 系列，是基于 ISO/IEC14443 标准的系列⾮接触卡读卡机专⽤芯片，可分别支持 13.56MHz 频率下的 typeA、typeB、15693 三种⾮接触通信协议，支持 MIFARE 和 SH 标准的加密算法。可兼容 Philips 的 RC500、RC530、RC531 及 RC632 等读卡机芯片。适⽤于各类计费系统的阅读器的应⽤。复旦微电子股份有限公司设计的⾮接触式射频卡芯片 FM11RF08 芯片，具有极⾼的保密性能，适⽤于各类计费系统的支付卡的应⽤，并成功地运⽤于第⼆届上海工业博览会的门票；还设计 512 位⾮接触式集成电路卡专⽤芯片 FM11RF005，适⽤于低成本的城市轨道交通单程票、各类计费支付卡和数据采集系统的应⽤；⼤容量 4K×8 位 EEPROM ⾮接触式射频卡芯片 FM11RF32，适⽤于各类计费系统的支付卡的应⽤；FM11RF08SH ⾮接触式射频卡芯片符合上海标准，适⽤于上海地⽅标准的“公交—卡通”以及各类计费系统的支付卡的应⽤。

目前，射频识别技术作为⼀项新兴的自动识别技术，正在中国快速普及，尽管射频识别技术在中国还处于⼀个刚刚起步的阶段，但是技术本⾝的优势使它具有的⼴阔的应⽤前景和巨⼤的市场潜能，随着 RFID 技术的重要性⽇益体现，我国政府也希望在这项技术上有所创新。2004 年 2 月，我国国家标准化管理委员会宣布成⽴“电⼦标签(RFID)”国家标准⼯作组，负责起草、指定我国有关“电⼦标签”的国家标准。2006 年 6 月《中国射频识别(RFID)技术政策⽩皮书》在北京发布，该⽩皮书为中国 RFID 技术与产业未来⼏年的发展提供了系统性的指南。2006 年 10 月科技部发布了 863 计划，首次将先进制造技术领域单独设⽴ RFID 项⽬，这对我国⼤规模 RFID 技术的研发⼯作起到了积极的促进作用。

RFID 将在自动收费、门禁安防、金融交易、仓储管理、供应链管理、铁路运输监控等领域⼴泛应⽤^[4]。可以预见，未来 RFID 将会改变我们的⽣活⽅式^[5]。

1.3 本论文研究的内容

正是基于此背景，本论文作者从应用的角度出发，尝试着对 IC 卡的存储器和控制器设计技术、非接触式 IC 卡特别是近距离的非接触式 IC 卡特有的射频技术做一些探索和研究。特别是在近距离的非接触式 IC 卡阅读器的设计方法和电路实现方面做了详细的研究，本论文主要介绍用 Philips 公司推出的 MF1 S50 非接触式 IC 卡及基于 MF RC500 阅读器设计，按照 ISO/IEC 1443 标准，完成了非接触式 IC 卡的 RF 接口电路设计，阅读器的软硬件设计和阅读器的天线设计和仿真，外围元器件参数的选择和电路的合理设计等，分析了非接触式 IC 卡系统的通信协议，并按照该协议实现对卡片数据的控制与处理。

本论文的结构安排如下：

1. 概括地介绍了本篇论文研究的背景和意义。
2. 介绍了射频识别系统的组成和工作原理，接着详细介绍射频识别系统的电磁场理论基础，把电磁场的问题变为电路问题。
3. 详细介绍了本课题相关的非接触式 IC 卡的国际标准 ISO/IEC14443。重点介绍了 philips 公司的 MF1 S50 卡。
4. 介绍了射频识别系统阅读器的硬件和软件设计，用 AT89S52 单片机和射频模块 MF RC500, 制作阅读器的电路实现，并且制作了与 MF RC500 匹配的天线设计。本章是本论文的核心部分。
5. 重点介绍了天线的磁场仿真和测试，射频识别系统的实验结果。
6. 最后进行了工作总结。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库